



00862.023191

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
Shinji UCHIDA ) : Examiner: Unassigned  
Application No.: 10/645,579 ) : Group Art Unit: Unassigned  
Filed: August 22, 2003 ) :  
For: STAGE APPARATUS AND ITS DRIVING ) October 29, 2003  
METHOD, EXPOSURE APPARATUS AND :  
DEVICE MANUFACTURING METHOD )

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2002-251449, filed August 29, 2002.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicant  
Steven E. Warner  
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200  
SEW/eab

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年    8 月 2 9 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 2 5 1 4 4 9  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 2 5 1 4 4 9 ]

出 願 人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 4769006

【提出日】 平成14年 8月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G05D 3/00

【発明の名称】 ステージ装置及びその駆動方法、露光装置並びにデバイス製造方法

【請求項の数】 9

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 内田 真司

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100076428

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大塚 康德

    【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

    【識別番号】 100112508

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高柳 司郎

    【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ステージ装置及びその駆動方法、露光装置並びにデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 ステージと、

励磁コイルへの電流の印加によって前記第 1 ステージに対して所定方向の移動力を発生する複数の電磁石ユニットと、

前記第 1 ステージに加えるべき移動力とその方向に基づいて、前記複数の電磁石ユニットの励磁コイルに対して選択的に電流を印加する印加手段と、

前記印加手段による励磁コイルへの電流の印加に際し、前記第 1 ステージ近傍における漏れ磁場が少なくなるように、各励磁コイルに印加する電流の方向を決定する制御手段と

を備えることを特徴とするステージ装置。

【請求項 2】 前記制御手段は、

前記複数の電磁石ユニットより駆動すべき電磁石ユニットを選択し、選択された各電磁石ユニットへの印加電流量を決定する第 1 決定手段と、

前記選択された各電磁石ユニットの励磁コイルへの印加電流の方向を、前記第 1 決定手段で選択された電磁石ユニットの位置とそれが発生する漏れ磁場の方向、及び該第 1 決定手段で決定した印加電流量に基づいて決定する第 2 決定手段とを備え、

前記印加手段は、前記選択された各電磁石ユニットの励磁コイルに対して、前記決定された印加電流量及び印加電流の方向で電流を印加することを特徴とする請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 3】 前記複数の電磁石ユニットと前記第 1 ステージを搭載し、平面内を移動する第 2 ステージを更に備え、

前記複数の電磁石ユニットは、前記第 2 ステージ上において、前記第 1 ステージの移動力を発生することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のステージ装置。

【請求項 4】 前記印加手段は、前記第 2 ステージの移動方向に基づいて、

前記第 1 ステージに加えるべき移動力とその方向を決定することを特徴とする請求項 3 に記載のステージ装置。

【請求項 5】 第 1 ステージと、励磁コイルへの電流の印加によって前記第 1 ステージに対して所定方向の移動力を発生する複数の電磁石ユニットとを備えたステージ装置の制御方法であって、

前記第 1 ステージに加えるべき移動力とその方向に基づいて、前記複数の電磁石ユニットの励磁コイルに対して選択的に電流を印加する印加工程と、

前記印加工程による励磁コイルへの電流の印加に際し、前記第 1 ステージ近傍における漏れ磁場が少なくなるように、各励磁コイルに印加する電流の方向を決定する制御工程と

を備えることを特徴とするステージ装置の駆動方法。

【請求項 6】 前記制御工程は、

前記複数の電磁石ユニットより駆動すべき電磁石ユニットを選択し、選択された各電磁石ユニットへの印加電流量を決定する第 1 決定工程と、

前記選択された各電磁石ユニットの励磁コイルへの印加電流の方向を、前記第 1 決定工程で選択された電磁石ユニットの位置とそれが発生する漏れ磁場の方向、及び該第 1 決定工程で決定した印加電流量に基づいて決定する第 2 決定工程とを備え、

前記印加工程は、前記選択された各電磁石ユニットの励磁コイルに対して、前記決定された印加電流量及び印加電流の方向で電流を印加することを特徴とする請求項 5 に記載のステージ装置の駆動方法。

【請求項 7】 前記ステージ装置は、前記複数の電磁石ユニットと前記第 1 ステージを搭載し、平面内を移動する第 2 ステージを更に備え、

前記印加工程は、前記第 2 ステージの移動方向と速度に基づいて、前記第 1 ステージに加えるべき移動力とその方向を決定することを特徴とする請求項 5 または 6 に記載のステージ装置の駆動方法。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のステージ装置を有し、

前記第 1 ステージ上に搭載した感光基板に露光処理を実行することを特徴とする露光装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の露光装置を用いて基板を露光処理する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はステージ装置及びその駆動方法、該ステージ装置を用いた露光装置並びに該露光装置を用いたデバイス製造方法に関する。特に、ウエハへのパターンの直接描画、マスク／レチクル露光を、複数の電子ビームを用いて行なう電子ビーム露光装置に好適に適用され得るステージ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置の製造においては、マスク上に形成された各種パターンを光でウエハ上に縮小転写するリソグラフィ技術が利用されている。このリソグラフィ技術で用いるマスクのパターンには極めて高い精度が要求され、これを作成するのに電子ビーム露光装置が使用されている。また、マスクを用いることなしにウエハ上に直接パターンを描画する場合も電子ビーム露光装置が使用されている。

【0003】

電子ビーム露光装置には、ビームをスポット状にして使用するポイントビーム型、サイズ可変の矩形断面にして使用する可変矩形ビーム型等がある。これらの電子ビーム露光装置は、一般的に、電子ビームを発生させる電子銃部と、そこより発せられたビームを試料上に導くための電子光学系、電子ビームに対して全面にわたって試料を走査するためのステージ系、および電子ビームを試料面上に高精度に位置決めしていくための対物偏向器を有している。

【0004】

電子ビームの位置決め応答性は極めて高いため、ステージの機械的制御的特性を高めるより、ステージの姿勢や位置ずれ量を計測し、電子ビームを走査させる偏向器によりビームの位置決めフィードバックしたシステム構成をとることが一般的であった。さらに、ステージは、真空チャンバに設置され、かつ電子ビームの位置決めに影響を与える磁場変動を引き起こしてはいけないという拘束があ

ったため、従来はステージは平面方向に動きさえすればよく、例えば、転がりガイドやボールネジアクチュエータといった接触型の限られた機構要素で構成されていた。また、接触型では潤滑の問題や、発塵などの問題も生じる。

#### 【0 0 0 5】

これに対処するために、特開平 1 1 - 1 9 4 8 2 4 号公報において、電磁石アクチュエータ、磁気シールドを用いた非接触型 6 自由度ステージが公開されている。本方式によれば、電磁石からの漏れ磁場が磁気シールドによって遮蔽されるため、漏れ磁場変動が少なく、高い清浄度環境を確保し真空環境にも対応可能で、かつ高い精度の位置決め動作が可能である。

#### 【0 0 0 6】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような電磁石アクチュエータ、磁気シールドを用いた非接触型 6 自由度ステージでは、磁気シールド部分の構造が複雑になってしまい、磁気シールド部分が重厚となり、ステージの重量を重くしてしまう。このため、今後のさらなる高精度化および高速化が求められるリソグラフィにおいて、高加減速、高速位置決めを達成するステージを提供することが困難であった。

#### 【0 0 0 7】

今後のステージ駆動の高速化（高加減速、高速位置決め）を実現するためにはステージの軽量化が有効である。

#### 【0 0 0 8】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、電磁石アクチュエータの駆動制御を工夫することにより漏れ磁場を低減し、磁気シールドの簡素化、軽量化を可能にすることを目的とする。

#### 【0 0 0 9】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するための本発明によるステージ装置は以下の構成を備える。すなわち、

第 1 ステージと、

励磁コイルへの電流の印加によって前記第 1 ステージに対して所定方向の移動



力を発生する複数の電磁石ユニットと、

前記第 1 ステージに加えるべき移動力とその方向に基づいて、前記複数の電磁石ユニットの励磁コイルに対して選択的に電流を印加する印加手段と、

前記印加手段による励磁コイルへの電流の印加に際し、前記第 1 ステージ近傍における漏れ磁場が少なくなるように、各励磁コイルに印加する電流の方向を決定する制御手段とを備える。

#### 【0010】

また、上記の目的を達成するための本発明によるステージ装置の駆動方法は、第 1 ステージと、励磁コイルへの電流の印加によって前記第 1 ステージに対して所定方向の移動力を発生する複数の電磁石ユニットとを備えたステージ装置の制御方法であって、

前記第 1 ステージに加えるべき移動力とその方向に基づいて、前記複数の電磁石ユニットの励磁コイルに対して選択的に電流を印加する印加工程と、

前記印加工程による励磁コイルへの電流の印加に際し、前記第 1 ステージ近傍における漏れ磁場が少なくなるように、各励磁コイルに印加する電流の方向を決定する制御工程とを備える。

#### 【0011】

更に、本発明によれば、上記ステージ装置を用いて感光基板を露光処理する露光装置、及び該露光装置を用いたデバイス製造方法が提供される。

#### 【0012】

#### 【発明の実施の形態】

以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

#### 【0013】

図 1 は本実施形態による電子ビーム露光装置の構成例を示す要部概略図である。図 1 において、1 は電子銃であり、カソード 1 a、グリッド 1 b、アノード 1 c を含んで構成される。電子銃 1 において、カソード 1 a から放射された電子はグリッド 1 b とアノード 1 c の間でクロスオーバー像を形成する（以下、このクロスオーバー像を電子源と記す）。

#### 【0014】

この電子銃 1 から放射される電子は、その前側焦点位置が電子源位置にあるコンデンサーレンズ 2 によって略平行の電子ビームとなる。本実施形態のコンデンサーレンズ 2 は、3 枚の開口電極で構成されるユニポテンシャルレンズを 2 組（21、22）有する。コンデンサーレンズ 2 によって得られた略平行な電子ビームは、補正電子光学系 3 に入射する。補正電子光学系 3 は、アパーチャアレイ、ブランカーアレイ、マルチ荷電ビームレンズ、要素電子光学系アレイユニット、ストッパアレイ等で構成される。

#### 【0015】

補正電子光学系 3 は、光源の中間像を複数形成し、各中間像は後述する縮小電子光学系 4 によって縮小投影され、ウエハ 5 上に光源像を形成する。その際、ウエハ 5 上の光源像の間隔が光源像の大きさの整数倍になるように、補正電子光学系 3 は複数の中間像を形成する。更に、補正電子光学系 3 は、各中間像の光軸方向の位置を縮小電子光学系 4 の像面湾曲に応じて異ならせるとともに、各中間像が縮小電子光学系 4 によってウエハ 5 に縮小投影される際に発生する収差を予め補正している。

#### 【0016】

縮小電子光学系 4 は、2 組の対称磁気タブレットを含んで構成され、各対称磁気タブレットは第 1 投影レンズ 41（43）と第 2 投影レンズ 42（44）とからなる。第 1 投影レンズ 41（43）の焦点距離を  $f_1$ 、第 2 投影レンズ 42（44）の焦点距離を  $f_2$  とすると、この 2 つのレンズ間距離は  $f_1 + f_2$  になっている。光軸上 AX の物点は第 1 投影レンズ 41（43）の焦点位置にあり、その像点は第 2 投影レンズ 42（44）の焦点に結ぶ。この像は  $-f_2 / f_1$  に縮小される。また、2 つのレンズ磁界が互いに逆方向に作用する様に決定されているので、理論上は、球面収差、等方性非点収差、等方性コマ収差、像面湾曲収差、軸上色収差の 5 つの収差を除いて他のザイデル収差および回転と倍率に関する色収差が打ち消される。

#### 【0017】

6 は、偏向器であり、補正電子光学系 3 からの複数の電子ビームを偏向させて、複数の光源像をウエハ 5 上で X、Y 方向に略同一の変位量だけ変位させる。偏

向器 6 は、図示はされていないが、偏向幅が広い場合に用いられる主偏向器と偏向幅が狭い場合に用いられる副偏向器とで構成されている。なお、主偏向器は電磁型偏向器で、副偏向器は静電型偏向器である。

#### 【0 0 1 8】

7 はダイナミックフォーカスコイルであり、偏向器 6 を作動させた際に発生する偏向収差による光源像のフォーカス位置のずれを補正する。また、8 はダイナミックスティグコイルであり、ダイナミックフォーカスコイル 7 と同様に、偏向により発生する偏向収差の非点収差を補正する。

#### 【0 0 1 9】

1 0 0 は X Y ステージであり、基板ステージ 3 0 0 を搭載し、光軸 A X ( Z 軸 ) と直交する X Y 方向に移動可能なステージである。3 0 0 はウエハ 5 を載置し、X、Y、Z 軸の各軸方向と各軸回りの回転方向の 6 軸方向に駆動可能な基板ステージである。

#### 【0 0 2 0】

次に、図 2 乃至図 4 を参照して本実施形態によるステージ構成を詳細に説明する。

#### 【0 0 2 1】

図 2 は本実施形態による X Y ステージ 1 0 0 を示す概観図である。X Y ステージ 1 0 0 はステージベース 1 0 0 上をセンタスライダ 2 0 0 が移動する構成を有する。X 可動ガイド 1 0 2 はリニアモータ 1 0 3 により X 方向へ移動し、Y 可動ガイド 1 0 4 リニアモータ 1 0 5 により Y 方向へ移動する。

#### 【0 0 2 2】

センタスライダ 2 0 0 は、底板 2 0 1 および側板 2 0 2 より構成されている。底板 2 0 1 の下面には軸受がステージベース 1 0 1 の上面に対向して構成され、また側板 2 0 2 の内側には同様の軸受が X 可動ガイド 1 0 2 および Y 可動ガイド 1 0 4 を挟み込むように構成されている。X 可動ガイド 1 0 2、Y 可動ガイド 1 0 4 は田の字のように構成されており、センタスライダ 2 0 0 を X 方向に動かす場合は、X 可動ガイド 1 0 2 を X 方向に動かすことにより、Y 可動ガイド 1 0 4 の側面およびステージベース 1 0 1 の上面に沿って滑らかに動くことができる。

またセンタスライダをY方向に動かす場合は、Y可動ガイド104をY方向に動かすことにより、X可動ガイド102の側面およびステージベース101の上面に沿って滑らかに動くことができる。

#### 【0023】

図3は本実施形態によるセンタスライダ及び基板ステージの構成を模式的に示す図である。図3に示すように基板ステージ300は、ウエハ5を載置し、センタスライダ200に対して光軸（Z軸）方向、並進（X軸、Y軸）方向、Z軸回りの回転（ $\theta$ ）方向およびチルト方向に移動可能な6自由度ステージである。基板ステージ300の駆動は、6個の電磁石ユニットによって実現される。

#### 【0024】

センタスライダ200は、6自由度の基板ステージ300を載置し、図2で説明したように、光軸（Z軸）と直交するXY方向に移動可能なXYステージである。

#### 【0025】

基板ステージ300は上面に例えばウエハを保持する基板ホルダ301、ステージの位置計測をするためのX反射ミラー302、Y反射ミラー303を搭載している。例えば、不図示の試料チャンバに保持されたレーザ干渉計によりチャンバ内壁基準で基板ステージのXY位置を計測する。

#### 【0026】

なお、これらの反射ミラーを用いて $\theta$ およびチルト方向の計測も行っている。 $\theta$ 計測は、複数ビームの並びと直交する側から測定することが望ましい。なお、Z方向は非感光性の光を用いた光学センサにより検出している。また、サーボ用のセンサとして、真空対応のエンコーダを用いてもよい。

#### 【0027】

基板ステージ300はセンタスライダ200を取り囲むようなカゴ型構造をしており、X可動ガイド102、Y可動ガイド104を貫通させるための開口304、305を有している。

#### 【0028】

基板ステージ300のセンタスライダ底板201側の端部には6個の電磁石ユ

ニット可動子（221b～226b）が固定されている。そして、底板201には、それぞれの可動子を挟み込むように電磁石ユニット固定子（221a～226a）が固定されている。

#### 【0029】

電磁石ユニットの各駆動方向は図4に示すとおり、3組のZ方向に駆動力を発生するZ1電磁石ユニット（221a，b）、Z2電磁石ユニット（223a，b）およびZ3電磁石ユニット（224a，b）、1組のX方向に駆動力を発生するX1電磁石ユニット（225a，b）、2組のY方向に駆動力を発生するY1電磁石ユニット（222a，b）およびY2電磁石ユニット（226a，b）となっている。本実施形態では、複数方向の複数電磁石ユニットの組み合わせにより、基板ステージを6自由度駆動できる構成となっている。なお、各方向の電磁石ユニットの組み合わせ方法はこの限りではない。

#### 【0030】

6個の電磁石ユニットは、磁場変動要因にならないようパーマロイなどで多重の磁気シールド230がほどこされている。そして、縮小電子光学系からの漏れ磁場により磁場変動をおこさぬよう、縮小電子光学系より十分離れたところに配置されている。具体的には、各電磁石ユニットの位置は、Z方向においてセンタスライダの重心を介して、基板と反対側に配置することが望ましい。

#### 【0031】

次に図5を用いて電磁石ユニットの詳細を説明する。1組の電磁石ユニットは、電磁石ユニット可動子になる鉄心Iコア241、電磁石ユニット固定子になる2個の鉄心Eコア242、243、及び2個の励磁コイル244、245より構成されている。各電磁石ユニットにおいて、励磁コイル244、245はそれぞれ鉄心Eコア242、243に巻回され、鉄心Iコア241を両側からある一定の空隙を保って挟み込むようにして鉄心Eコア242、243が配置されている。

#### 【0032】

電磁石ユニット可動子になる鉄心Iコア241は基板ステージ可動子側（221b～226b）に固定されている。また、電磁石ユニット固定子になる2個の

鉄心 E コア 2 4 2、2 4 3 および 2 個の励磁コイル 2 4 4、2 4 5 は、センタスライダ 2 0 0 に一体に連結されており、互いに相対移動することはない。励磁コイル 2 4 4、2 4 5 に電流を流すことで鉄心 E コア 2 4 2、2 4 3 が励磁され、鉄心 E コア 2 4 2、2 4 3 から空隙を介して鉄心 I コア 2 4 1 におよぶ磁気回路が形成され、鉄心 E コアと鉄心 I コアの間に磁氣的吸引力を発生させることができる。これによって鉄心 I コアを両方向から吸引することができ、可動子である鉄心 I コアを 1 軸上の正方向、負方向に駆動することが可能となる。

### 【0 0 3 3】

本実施形態では、以上のような構成を備えた X Y ステージ及び基板ステージにおいて、複数個の電磁石ユニットの励磁コイルに電流を流して複数個の電磁石ユニットを駆動させる場合に、電流を流すべき電磁石ユニットの位置と向きと電流値から最適な電流の方向の組合せを選択する。ここで、最適な組み合わせとは、励磁コイルに流す電流の電流ベクトルの方向によって一意的に決まる各電磁石まわりの空間の磁場分布がそれぞれ重なり合うことで相殺し合い、基板ステージ 3 0 0 全体として基板（ウエハ 5）の近傍に漏れ磁場が少ない空間を形成する電流方向の組み合わせである。

### 【0 0 3 4】

本実施形態によれば、複数個の電磁石ユニットに流す電流の電流ベクトルを適切に選択することで、少なくとも試料近傍への漏れ磁場変動を低減でき、磁気シールドの簡素化、軽量化が可能となり、高加減速が可能な高速ステージを得ることができる。

### 【0 0 3 5】

以下、基板ステージに設置された 6 個の電磁石ユニットの、本実施形態による駆動方法について説明する。

### 【0 0 3 6】

図 6 は、電磁石ユニットの駆動によって、電磁石周辺の空間に形成される漏れ磁場を概念的に示す図である。図 6 の（A）および（B）において、鉄心 E コアは鉄心 I コアを同じ右方向に駆動しているが、励磁コイルに流れる電流の電流ベクトルが（A）では右方向、（B）では左方向である。これに伴って電磁石ユニ

ットが周りの空間に形成する漏れ磁場の分布は、(A)と(B)で逆の磁界の向きの分布となる。以上のことより、1個の電磁石ユニットを駆動するとき、その駆動したい方向とは独立して電流ベクトルの向きを操作することによって、電磁石ユニット周りの磁場分布を操作できることがわかる。

#### 【0037】

図7は、電流ベクトルの方向制御をするための制御構成を示すブロック図である。なお、図7ではコントローラ402がX1電磁石ユニット(225a, b)に接続されている様子を示したが、他の電磁石ユニットも個別の電流ベクトル切替SWを介してコントローラ402に接続されている。また、図8は、本実施形態による電流ベクトルの方向制御を説明するフローチャートである。

#### 【0038】

図7において、コントローラ402は、基板ステージ300を移動させる移動指令401と基板ステージ300の位置(図7では記号Xで示している)との差分を解析して、それぞれが2個ずつある励磁コイルを有する6個の電磁石ユニットに対し、どの電磁石ユニットのどちらの励磁コイルにどれだけの電流量を流すかを決定する(ステップS101、S102)。コントローラ403では、コントローラ402で決定された、複数の励磁すべき電磁ユニットのそれぞれの位置と向きと電流量に基づいて、励磁電流を印加する複数の励磁コイルに対して最適な電流ベクトルの組合せを判断する(ステップS103)。そして、電流ベクトル切替SWを制御して、各々の励磁コイルの電流ベクトルの向きを決定する(ステップS104)。こうして各励磁コイルへ印加すべき電流の電流ベクトルの方向が決定されたならば、コントローラ402は各励磁コイルに対してステップS102で決定した電流量の電流を印加する。

#### 【0039】

以上のように、基板ステージ300を6軸方向に動かす6個の電磁石ユニットを駆動するにおいて、6個の電磁石ユニットそれぞれの電流ベクトルを操作する電流ベクトル判断機構が設けられる。

#### 【0040】

なお、最適な電流ベクトルの組合せはコントローラ403の設定によって変更

可能である。例えば、基板ステージを駆動することによって電磁石ユニット群から漏れる磁場に関して、「試料面近傍に分布する漏れ磁場の X Y 方向成分の絶対値を最小にする」、或いは、「試料面近傍に分布する漏れ磁場の Z 方向成分の絶対値を最小にする」等の設定がある。

#### 【0041】

次に、図 9 を用いて電流ベクトル判断機構を動作させた場合の効果について具体的に説明する。なお、ここでは、基板ステージが Y 正方向にステップ移動する場合について説明する。

#### 【0042】

基板ステージが Y 正方向にステップ移動する際には、基板ステージ可動子に Y 方向の推力を伝えるために、Y 1 電磁石ユニットの中の Y 正方向側に位置する励磁コイルに通電して鉄心 E コアを励磁し、Y 2 電磁石ユニットの中の Y 正方向側に位置する励磁コイルに通電して鉄心 E コアを励磁する。また、6 個の電磁石ユニットの位置は、Z 方向においてセンタスライダ 200 の重心を介して基板（ウエハ 5）と反対側に配置されているので、このとき基板ステージ可動子には X 軸回りの回転モーメントが発生する。これに対抗するために、Z 1 電磁石ユニットの中の Z 正方向側に位置する励磁コイルに通電して鉄心 E コアを励磁し、Z2 電磁石ユニットの中の Z 負方向側に位置する励磁コイルに通電して鉄心 E コアを励磁する。

#### 【0043】

図 7、図 8 で説明したような電流ベクトル判断機構を動作させずに上記電流印加を行なった場合、Y 1 電磁石ユニット、Y 2 電磁石ユニット、Z 1 電磁石ユニット、Z 2 電磁石ユニットの電流ベクトルの設定はそれぞれ Y 正方向、Y 正方向、Z 正方向、Z 正方向となる。このときの試料近傍の Y 方向の磁束密度  $B_y$  の絶対値の分布の計算結果を図 9（A）に示す。

#### 【0044】

一方、次に電流ベクトル判断機構の設定を「試料面近傍で Y 方向の磁場分布を絶対値で最小にする」として電流ベクトル判断機構を機能させた場合、Y 1 電磁石ユニット、Y 2 電磁石ユニット、Z 1 電磁石ユニット、Z 2 電磁石ユニットの



電流ベクトルの設定はそれぞれ Y 正方向、Y 負方向、Z 正方向、Z 正方向となる。或いは、全てを逆方向とした電流ベクトルの組合わせ Y 負方向、Y 正方向、Z 負方向、Z 負方向としてもよい。ただし電流ベクトルの組合わせ方法はこの限りでない。このときの試料近傍における Y 方向の磁束密度  $B_y$  の絶対値の分布の計算結果を図 9 (B) に示す。

#### 【0045】

なお、Z 1 電磁石ユニット、Z 2 電磁石ユニットに同方向の電流ベクトルを設定するのは、基板ステージ 300 を Z 方向から(上から)見たときの Z 1 電磁石ユニット、Z 2 電磁石ユニットの配置が異なるからである。Z 1 電磁石ユニットが自分自身の周りに形成する磁場分布と Z 2 電磁石ユニットが自分自身の周りに形成する分布は似たような分布であるが、ここで重要なのはウエハ 5 近傍の磁場分布である。ウエハ 5 を中心に考えると、各電磁石ユニットがウエハ近傍に及ぼす磁場の分布は、各電磁石ユニットの向きとウエハからの相対位置によって決まるため、Z 1 電磁石ユニット、Z 2 電磁石ユニットがウエハ 5 に対する相対位置が違う場合には、それぞれがウエハ 5 近傍に及ぼす磁場分布は異なったものになる。このため、本実施例においては、Z 1 電磁石ユニット、Z 2 電磁石ユニットの電流ベクトルは同方向に設定される。

#### 【0046】

すなわち、図 9 (A) は電流ベクトル判断機構無しの状態、図 9 (B) は電流ベクトル判断機構有りの状態である。これらより、電流ベクトル判断機構によって試料面近傍で Y 方向の漏れ磁場の分布の絶対値が概ね  $1/2$  に低減されていることがわかる。

#### 【0047】

その他、電流ベクトルの設定を「試料面近傍で X Y 方向の磁場分布を絶対値で最小にする」とした場合、Y 1 電磁石ユニット、Y 2 電磁石ユニット、Z 1 電磁石ユニット、Z 2 電磁石ユニットの電流ベクトルの設定はそれぞれ Y 正方向、Y 正方向、Z 負方向、Z 正方向、もしくはすべて逆の電流ベクトルの組合わせ (Y 負方向、Y 負方向、Z 正方向、Z 負方向) となる。ただし電流ベクトルの組合わせ方法はこの限りでない。なお、ここで、Y 1 電磁石ユニット、Y 2 電磁石ユニ

ットの電流ベクトルが同方向なのも上述した理由によるものである。

#### 【0 0 4 8】

次に、上記構成においてユニット基板ステージがX正方向にステップ移動する場合を説明する。この場合、基板ステージ可動子にX方向の推力を伝えるためにX 1 電磁石ユニットの中のX正方向側に位置する励磁コイルに通電して鉄心Eコアを励磁する。また、6 個の電磁石ユニットはZ方向においてセンタスライダの重心を介して基板と反対側に配置されているので、X 1 電磁石ユニットの駆動により基板ステージ可動子にはY軸回りの回転モーメントが発生する。これに対抗するために、Z 1 電磁石ユニットの中のZ正方向側に位置する励磁コイルに通電して鉄心Eコアを励磁するとともに、Z 3 電磁石ユニットの中のZ負方向側に位置する励磁コイルに通電して鉄心Eコアを励磁する。

#### 【0 0 4 9】

電流ベクトル判断機構の設定を「試料面近傍でXY方向の磁場分布を絶対値で最小にする」とした場合、X 1 電磁石ユニット、Z 1 電磁石ユニット、Z 3 電磁石ユニットの電流ベクトルの設定はそれぞれX正方向、Z正方向、Z負方向となる。もしくはすべて逆の電流ベクトルの組み合わせ（X負方向、Z負方向、Z正方向）となる。ただし電流ベクトルの組み合わせ方法はこの限りでない。

#### 【0 0 5 0】

その他、基板ステージがX Y方向にステップ移動する場合には、上記電流ベクトル向きの組み合わせによって適用できることは明らかであろう。

#### 【0 0 5 1】

なお、上記電流ベクトルの設定も一例であり、「試料面近傍でX方向の磁場分布を絶対値で最小にする」、「試料面近傍でY方向の磁場分布を絶対値で最小にする」、「試料面近傍でX Y方向の磁場分布を絶対値で最小にする」、「試料面近傍でZ方向の磁場分布を絶対値で最小にする」、「基板ステージ周辺で全方向の磁場分布を絶対値で最小にする」といった設定が可能である。

#### 【0 0 5 2】

また、今回説明した6 個の電磁石ユニットを使用した6 自由度のステージ構成も一例にすぎず、基板ステージの駆動構成はこの限りではない。

## 【0053】

電流ベクトルの組合わせの決定方法の一例を説明する。基板ステージの駆動するべき駆動パターンを複数個あらかじめ決めておき、ある駆動パターンのときの電流ベクトルの組み合わせもあらかじめ決めておく。これは、駆動パターンが決まれば、励磁すべき電磁石ユニットが決まるからである。あらかじめコントローラ403に入力しておくデータの一例を以下に示す。

## 【0054】

【表1】

電流ベクトルの設定	駆動パターン		
	X方向 ステップ移動	Y方向 ステップ移動	XY方向 ステップ移動
試料面近傍でX方向の磁場分布を絶対値で最小にする	X1～	Y1～	X1～
試料面近傍でY方向の磁場分布を絶対値で最小にする	X1～	Y1: 正、Y2: 負、 Z1: 正、Z2: 正	X1～
試料面近傍でXY方向の磁場分布を絶対値で最小にする	X1: 正、Z1: 正、 Z3: 負	Y1: 正、Y2: 正、 Z1: 負、Z2: 正	X1～
試料面近傍でZ方向の磁場分布を絶対値で最小にする	X1～	Y1～	X1～
基板ステージ周辺で全方向の磁場分布を絶対値で最小にする	X1～	Y1～	X1～

## 【0055】

このときの駆動パターンは、X方向ステップ移動、Y方向ステップ移動、XY方向ステップ移動である。また、さまざまな目的に対応した電流ベクトルの設定の項目も複数個ある。そして、電流ベクトルの設定は、ユーザの入力で選定されるようになっており、それに対して駆動パターンは、移動指令401と基板ステージ300の位置との差分からコントローラ403がどの方向に移動しようとしているのか判断する。これによって各電磁石の電流ベクトルが決定される。

## 【0056】

また、電流ベクトル判断機構は複数個の電磁石を使用したすべてのステージに適用可能である。また、電流ベクトル判断機構は電氣的な制御に限らず、機械的

な制御および動作、人為的な操作でも良い。複数の電磁石が既知の動作のみ駆動される場合、それぞれの駆動パターンに合わせて駆動する前に機械的または人為的に電流ベクトルを切り替えて最適な電流ベクトルの組合わせを選択することも可能である。

#### 【 0 0 5 7 】

以上説明したように、上記実施形態によれば、複数個の電磁石アクチュエータに流す電流の電流ベクトルの向きを選択する電流ベクトル判断機構を設けることで、少なくとも試料近傍への漏れ磁場変動を低減できる電磁石型ステージを得ることができる。これによって磁気シールドの簡素化、軽量化が可能となり、高加減速、高速ステージを得ることができ、結果的に高速、高精度の電子ビーム露光装置を提供することができる。

#### 【 0 0 5 8 】

次に上記説明したステージ装置を有する電子ビーム露光装置を利用したデバイスの生産方法の実施例を説明する。

#### 【 0 0 5 9 】

図 1 0 は微小デバイス（I C や L S I 等の半導体チップ、液晶パネル、C C D、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップ 1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ 2（露光制御データ作成）では設計した回路パターンに基づいて露光装置の露光制御データを作成する。一方、ステップ 3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ 4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意した露光制御データが入力された上記説明した荷電粒子線露光装置とウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ 5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ 6（検査）ではステップ 5 で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ 7）される。

**【 0 0 6 0 】**

図 1 1 は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ 1 1（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ 1 2（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ 1 3（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ 1 4（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ 1 5（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ 1 6（露光）では上記説明した荷電粒子線露光装置によって回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ 1 7（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ 1 8（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ 1 9（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

**【 0 0 6 1 】****【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、電磁石アクチュエータの駆動制御によって漏れ磁場が低減され、磁気シールドの簡素化、軽量化が可能となる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

本実施形態による電子ビーム露光装置の構成例を示す要部概略図である。

**【図 2】**

本実施形態による X Y ステージ 1 0 0 を示す概観図である。

**【図 3】**

本実施形態によるセンタスライダ及び基板ステージの構成を模式的に示す図である。

**【図 4】**

各電磁石ユニットの詳細を駆動方向を説明する図である。

**【図 5】**

電磁石ユニットの詳細を説明する図である。

**【図 6】**

電磁石ユニットの駆動によって、電磁石周辺の空間に形成される漏れ磁場を概念的に示す図である。

【図 7】

電流ベクトルの方向制御をするための制御構成を示すブロック図である。

【図 8】

実施形態による電流ベクトルの方向制御を説明するフローチャートである。

【図 9】

実施形態による電流ベクトル判断機構による漏れ磁場の低減効果を説明する図である。

【図 1 0】

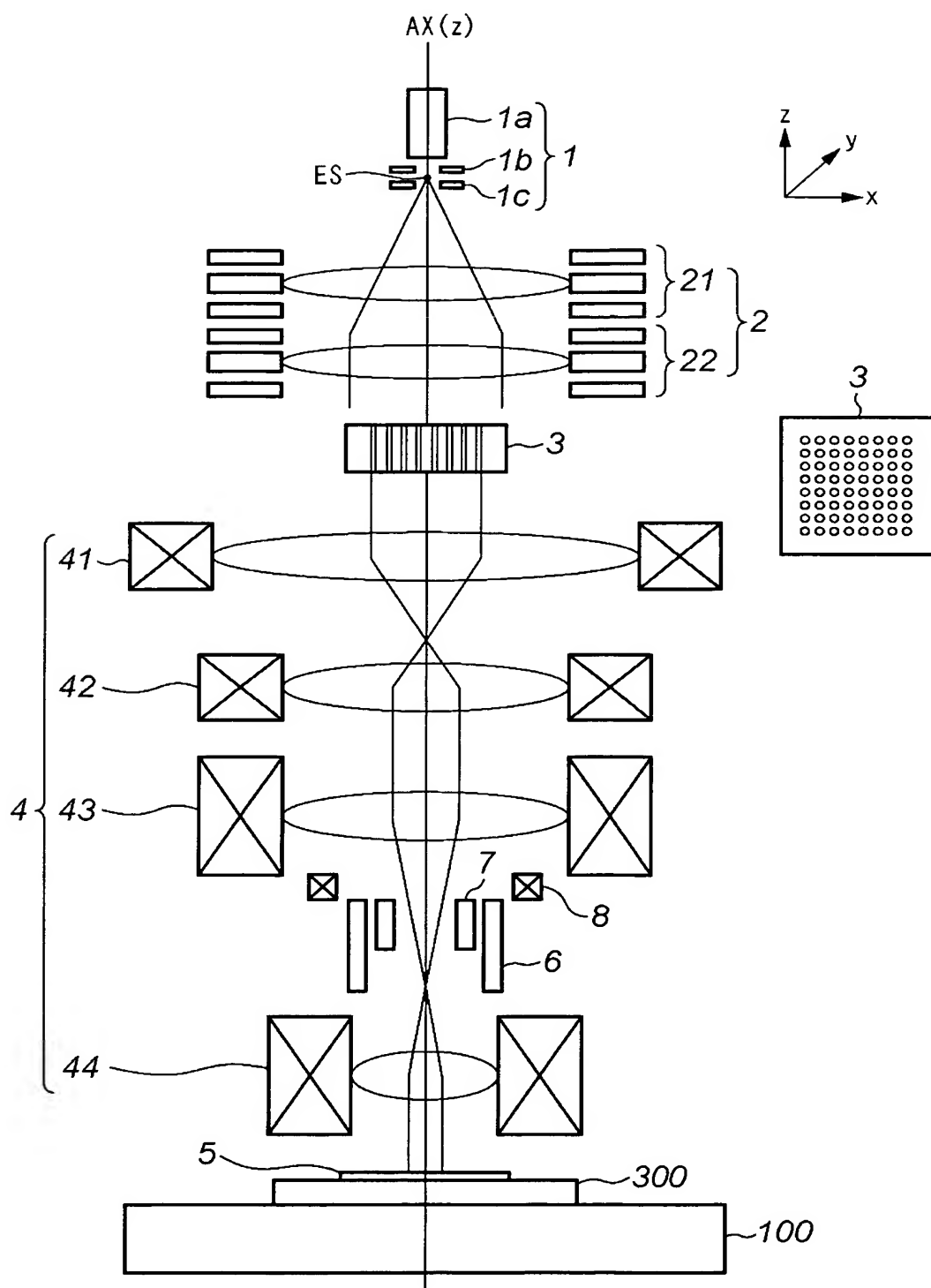
微小デバイスの製造のフローを示す図である。

【図 1 1】

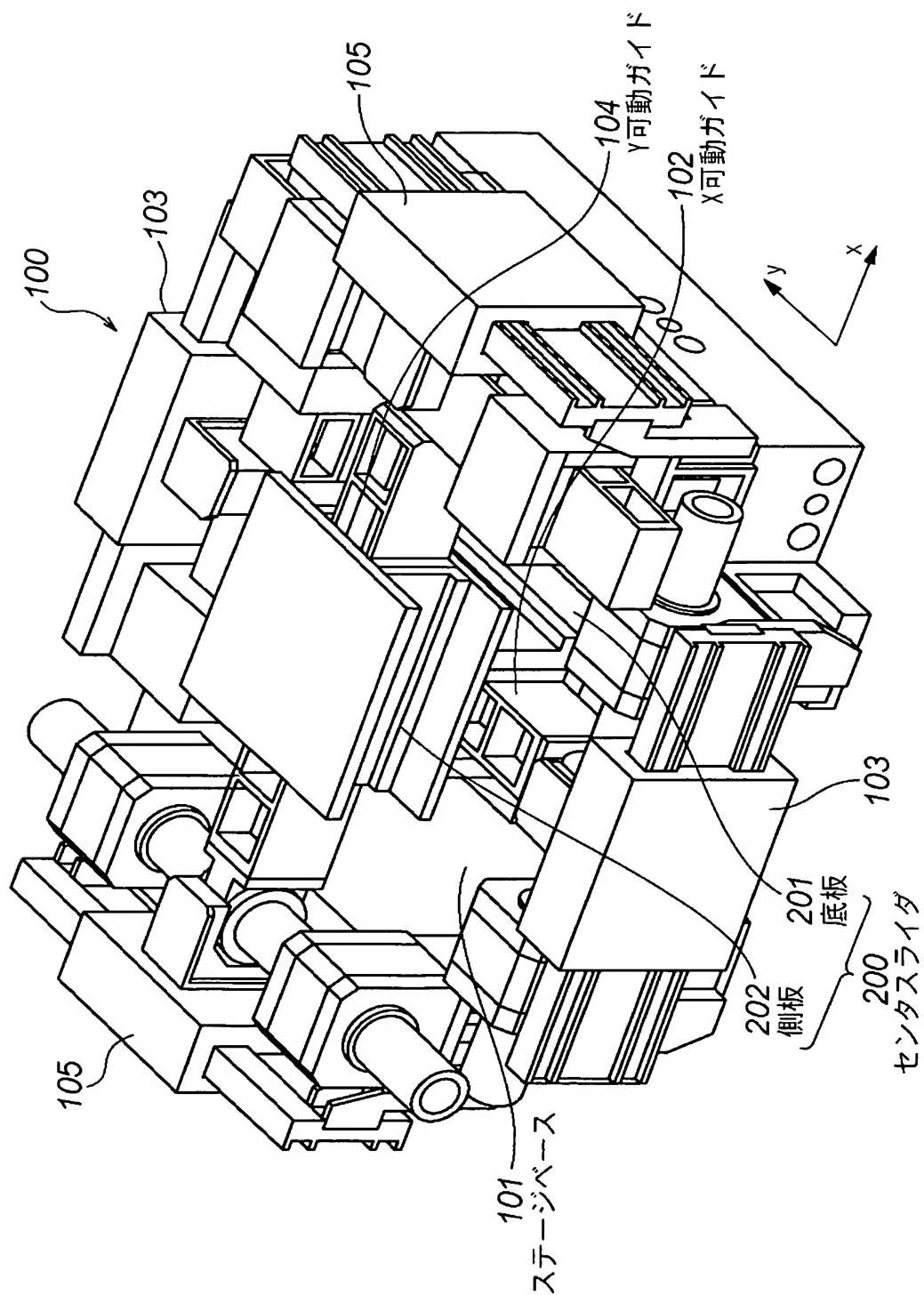
図 1 0 に示したウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。

【書類名】 図面

【図 1】

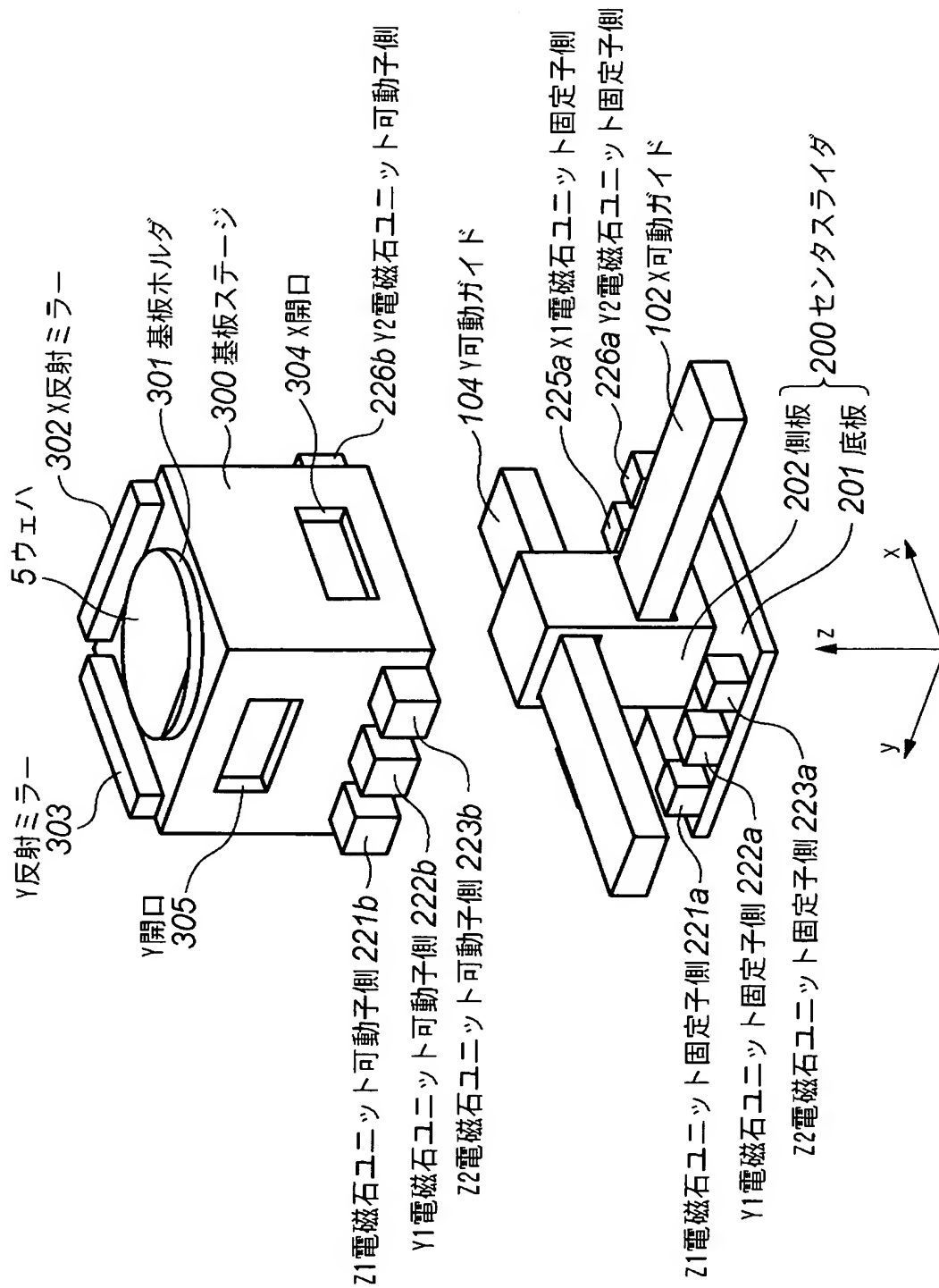


【圖 2】

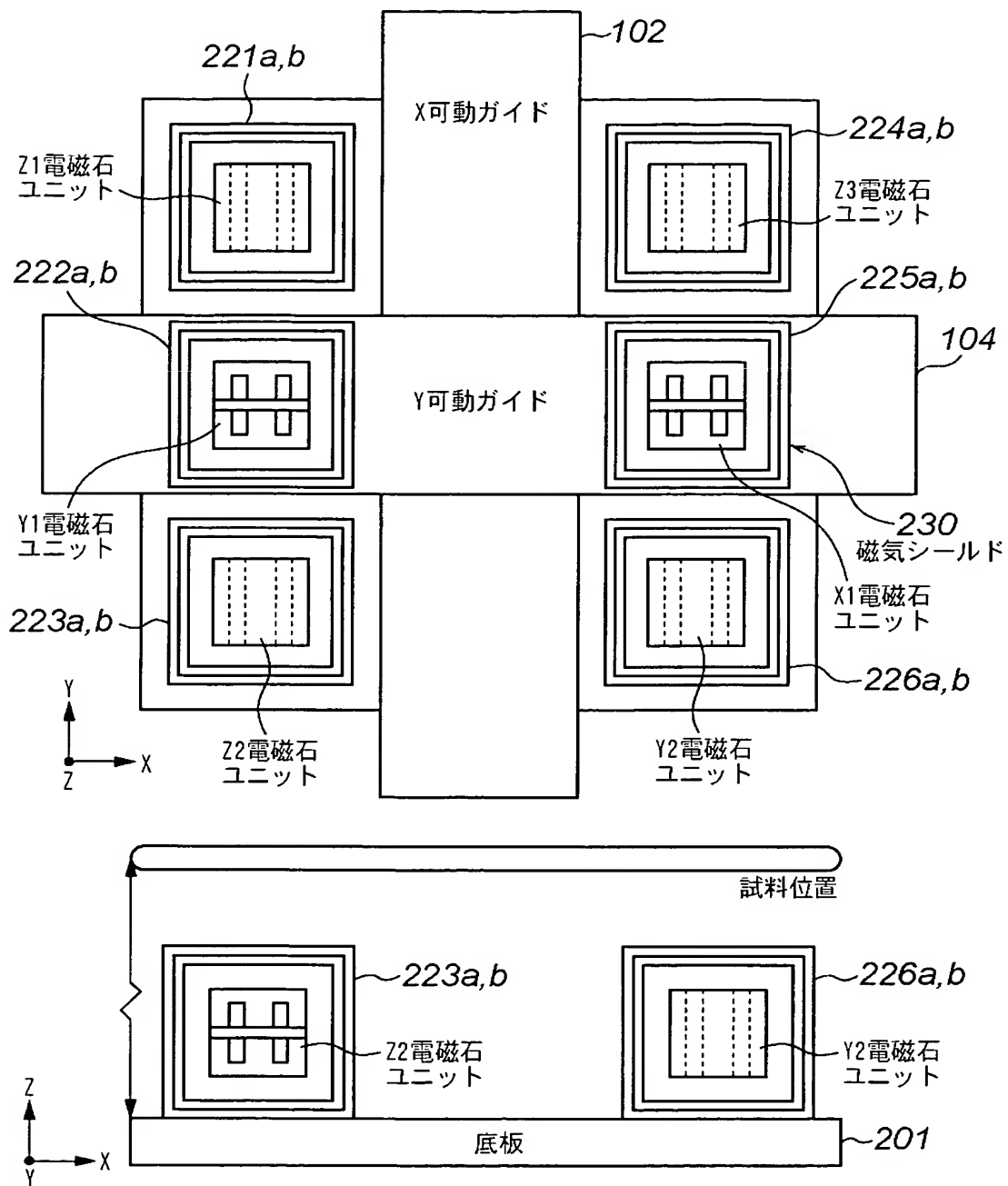




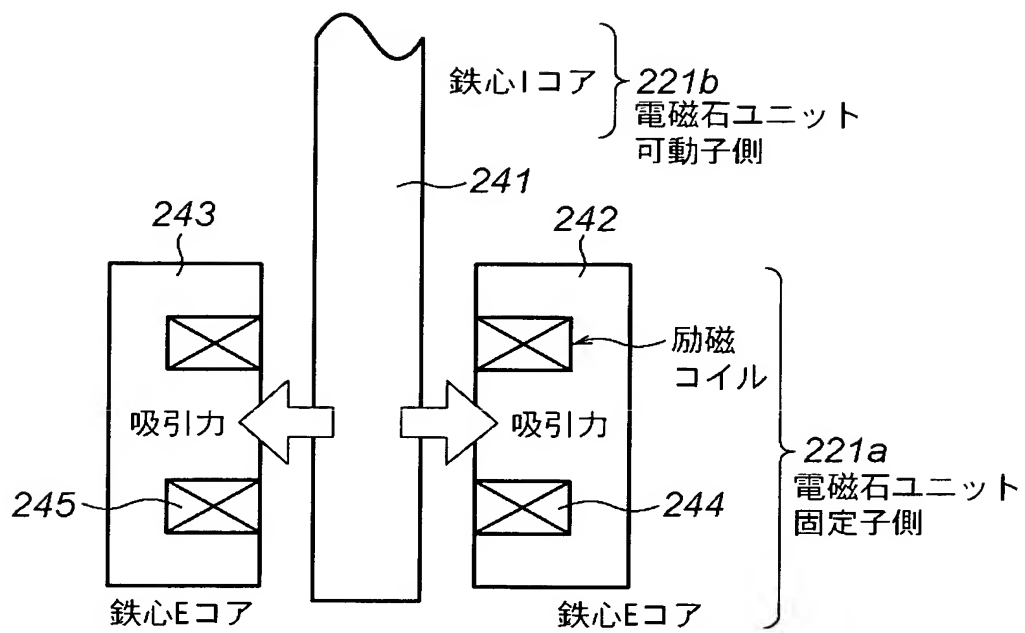
【図 3】



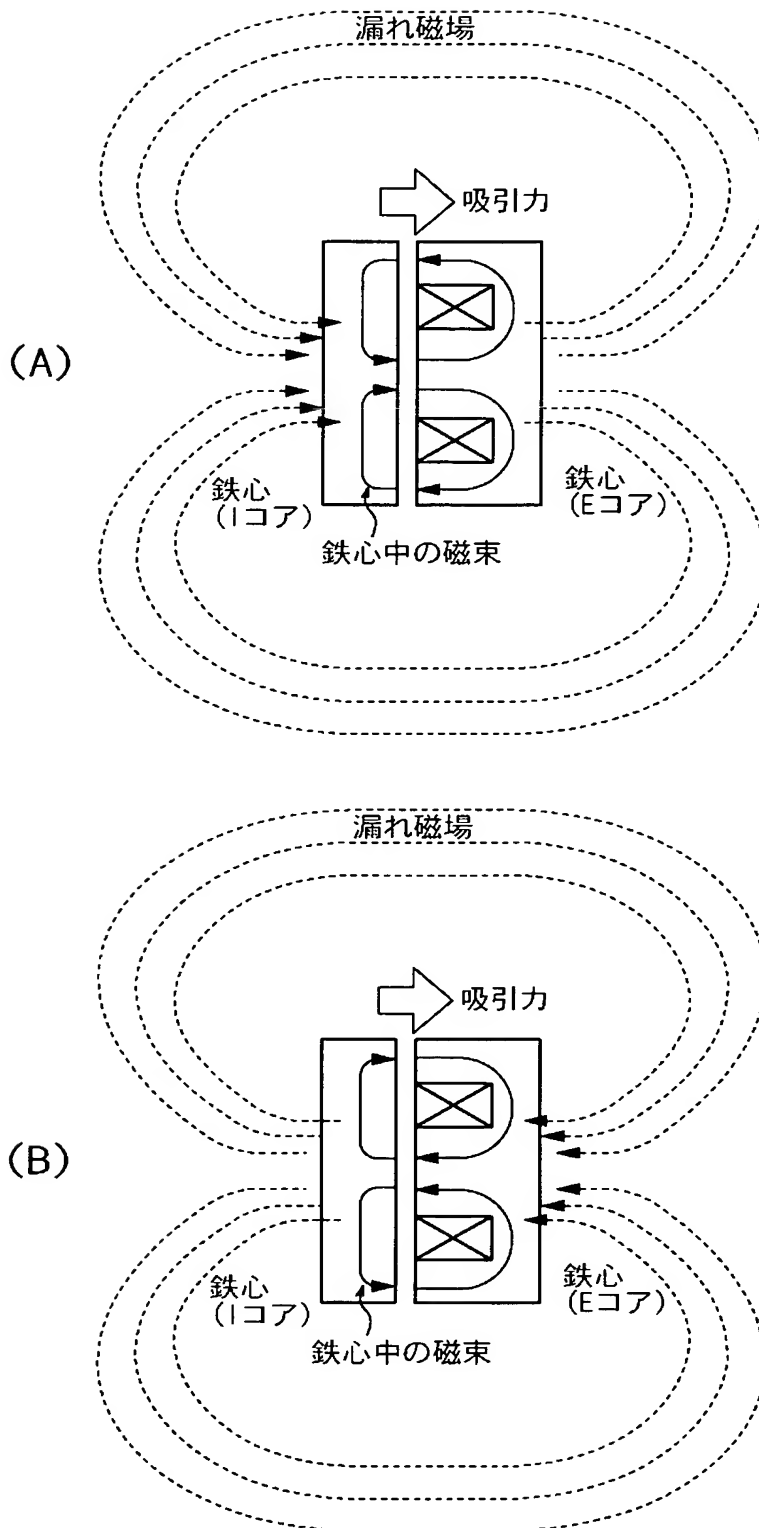
【図 4】



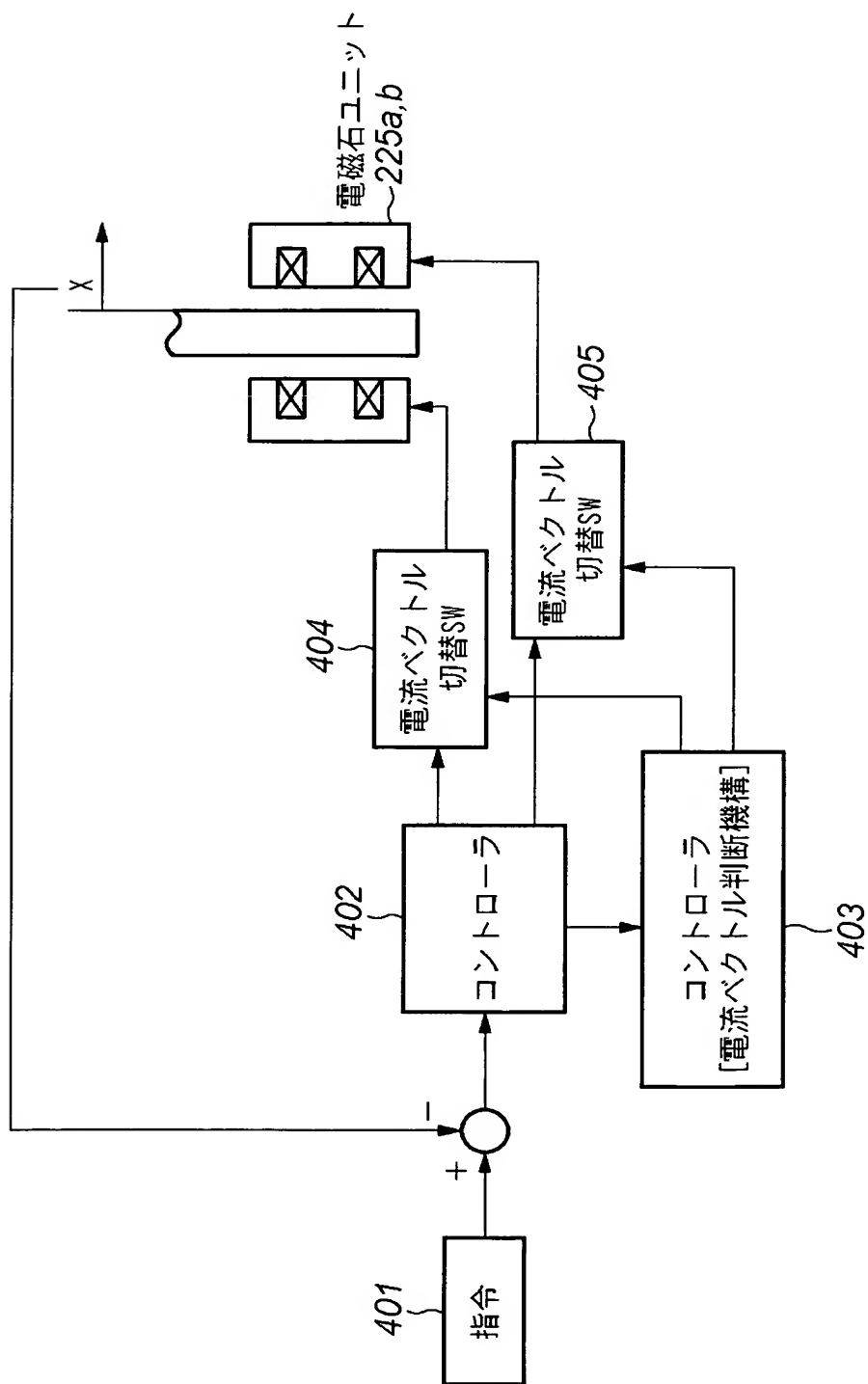
【図 5】



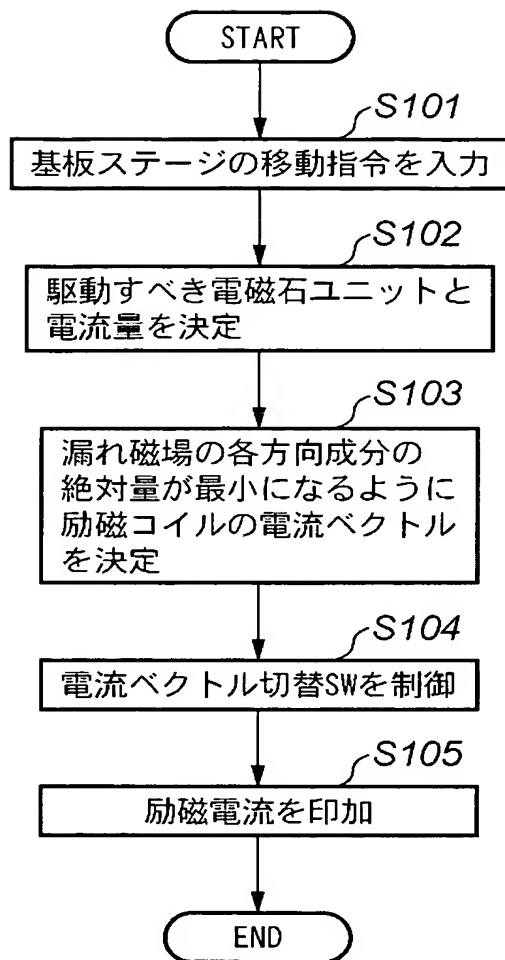
【図 6】



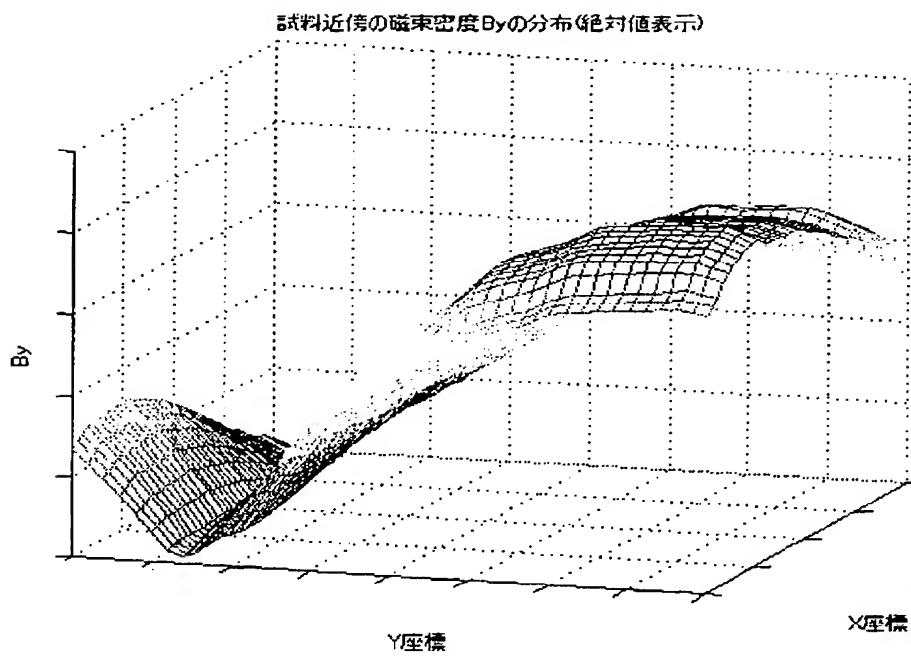
【図 7】



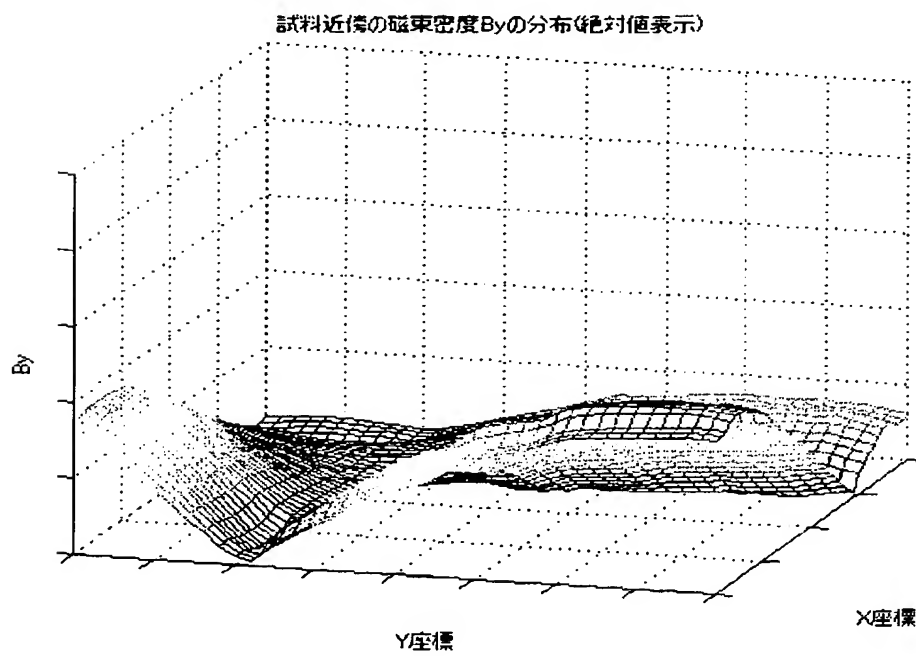
【図 8】



【図 9】

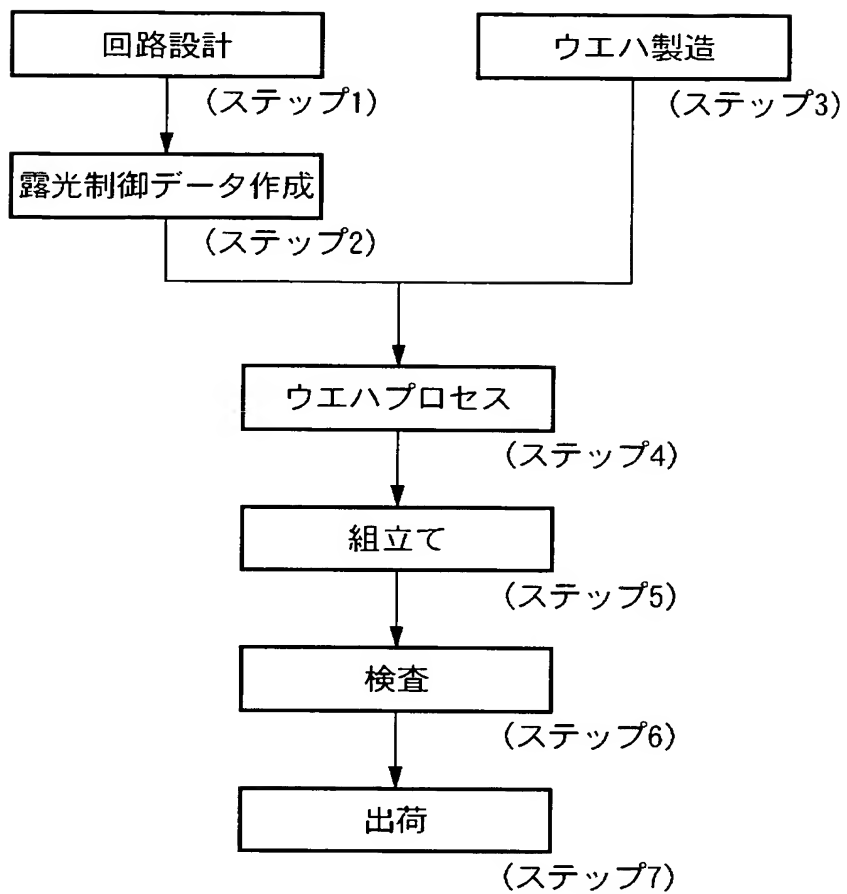


(A)



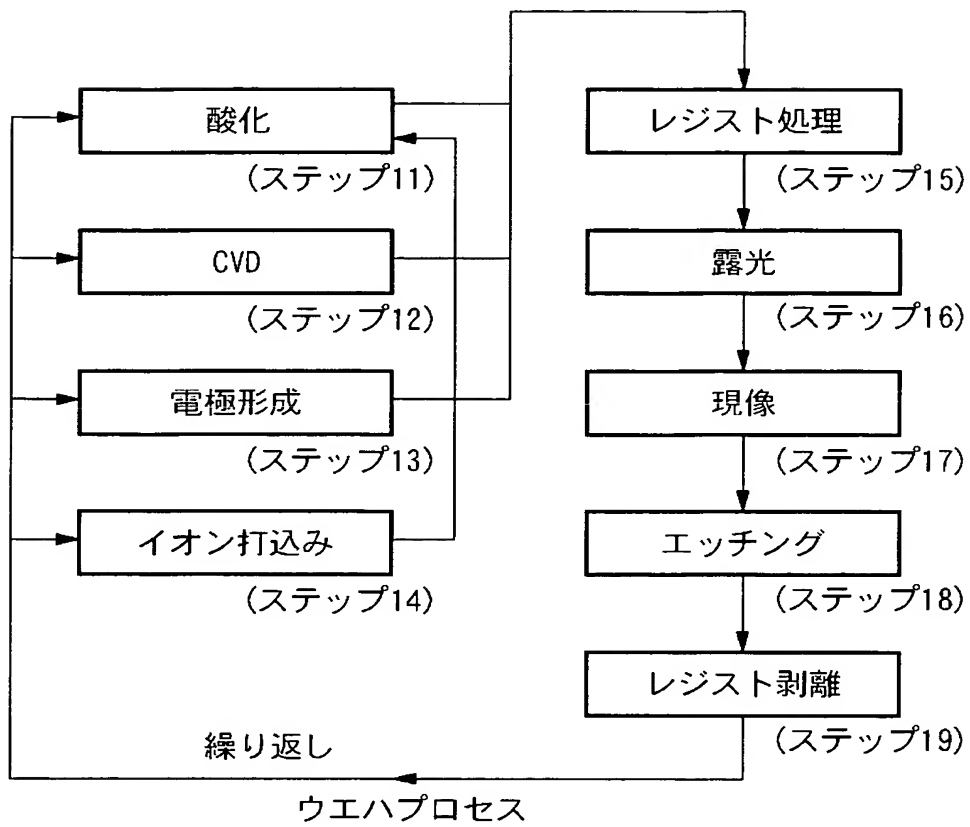
(B)

【図 10】





【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電磁石アクチュエータを好適に駆動制御することによって漏れ磁場を低減し、磁気シールドの簡素化、軽量化が可能とする。

【解決手段】 ステージ装置は、X Y 方向に移動可能なセンタスライダ 2 0 0 と、センタスライダ 2 0 0 に搭載される基板ステージ 3 0 0 を含む。スライダ 2 0 0 と基板ステージ 3 0 0 とは、励磁コイルへの電流の印加によって基板ステージ 3 0 0 に対して所定方向の移動力を発生する複数の電磁石ユニット 2 2 1 a, b ~ 2 2 6 a, b によって結合される。スライダ 2 0 0 の移動方向に応じて基板ステージ 3 0 0 に加えるべき移動力とその方向が決定され、複数の電磁石ユニットの励磁コイルに対して選択的に電流が印加される。ここで、各励磁コイルへの電流の印加に際し、基板ステージ上のウエハ近傍で漏れ磁場が少なくなるように、各励磁コイルに印加する電流の方向が選択される。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 2 - 2 5 1 4 4 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社